

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-221419
(P2000-221419A)

(43)公開日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 2 B 26/00		G 0 2 B 26/00	2 H 0 4 1
26/02		26/02	E
26/08		26/08	E

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平11-20149

(22)出願日 平成11年1月28日(1999.1.28)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 関 秀也

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100093388

弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

Fターム(参考) 2H041 AA03 AB14 AC06 AZ02

(54)【発明の名称】 光反射ユニット及び照明装置

(57)【要約】

【課題】高速で白色光をスイッチング可能な光反射ユニットを提供する。またそれを用いた高速で色の切り換えが可能な照明装置を提供する。

【解決手段】光反射ユニットは、シリコン等をエッチングして作られる凹凸を有する基板1と、それを覆う光反射性の薄膜3から構成される。電圧の印加により前記薄膜3を前記基板1に沿って変形させ、入射光5の反射方向を切り換えて光スイッチングを行う。また照明装置は、白色光より選択した各色の光を前記光反射ユニットによりスイッチングして目的の色の光を取り出す構成を有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の凹凸が形成された基板と、前記基板を覆うように前記基板の表面に設けられた光反射性の薄膜とを有し、前記薄膜が略平面である第1の状態と、前記基板及び前記薄膜の間の静電力によって前記凹凸に従って前記薄膜が変形し、前記第1の状態に対して斜めの面を生じる第2の状態とを有することを特徴とする光反射ユニット。

【請求項2】請求項1において、前記基板の凹凸の凹部は略4角錐状であることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項3】請求項1において、前記基板の凹凸の凸部は略4角錐状であることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項4】請求項2または3において、前記基板の凹凸は型により形成されることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項5】請求項2または3において、前記基板の凹凸は異方性エッチングにより形成されることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項6】請求項2または3において、前記基板の凹凸は複数回の等方性エッチングにより階段状に形成されることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項7】請求項1において、前記薄膜の前記基板の凹凸の凸部上に位置する部分は、光学的にマスキングされていることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項8】請求項1において、前記基板の凹凸はストライプ状であることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項9】請求項1において、前記基板の凹凸は柱状であることを特徴とする光反射ユニット。

【請求項10】白色光源と、波長域に応じて選択的に入射光を透過あるいは反射する波長選択手段と、前記波長選択手段により選択された光の強度を、制御信号に応じて強度を加減して反射する請求項1記載の光反射ユニットと、前記光反射ユニットから出射される各波長域の光を再合成する光合成手段とを有し、前記光反射ユニットを制御して、前記白色光源の出射光から選択的に目的の波長域の光線を取り出すことにより照明を行うことを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、画像投影装置を構成する照明装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】まず、従来の光反射ユニットについて説明する。

【0003】図16(a)及び図16(b)は、従来の光反射ユニットの一例の構成を示す説明図である。光反射ユニットは、基板1と、前記基板1上に設けられストライプ状に分割された導電性の可動膜17及び固定膜18より構成される。前記可動膜17及び前記固定膜18には光反射率を高めるために反射膜が蒸着されている。

また、前記基板1の前記可動膜17に相対する面には電極2が設けられており、前記可動膜17との間に電圧を印加することによって、前記可動膜17を変形させることができるようになっている。ここで前記変形量は、入射光の波長を λ とすると、 $\lambda/4$ になっている。

【0004】さて、図16(a)に示すように、前記可動膜17及び前記固定膜18には、最初に、反射しようとする光の波長を λ とすると $\lambda/2$ の高低差を設けてある。この状態では、前記可動膜17及び前記固定膜18の反射光の位相差は λ であり、強度が減じられることはなく反射する。次に、図16(b)に示すように、前記可動膜17と前記電極2との間に電圧を印加する。すると、前記のように前記可動膜17は $\lambda/4$ だけ変形し、反射面が移動する。その結果、前記可動膜17及び前記固定膜18の反射光の間には $\lambda/2$ の位相差が生じ、互いに打ち消し合って強度が大きく低下する。図16に示す従来の光反射ユニットは、以上の様な構成によって光のスイッチング、乃至は強度変調を行っていた。

【0005】次に、従来の照明装置について説明する。

【0006】図17は、従来のプロジェクタに用いられていた照明装置の一例の構成を示す説明図である。照明装置は、白色光を発生するランプ10と、前記ランプ10の光を効率よく一方向に導くリフレクタ11と、前記白色光源の出射光を集光する集光レンズ19と、前記集光された光のうち照明に適した部分の光を取り出す絞り20と、前記絞り20を通過した白色光から、赤、緑、青のそれぞれの波長域の光のいずれかを透過させ、時分割的に選択して目的の波長域の照明光を取り出す回転式カラーフィルタ21と、前記回転式カラーフィルタ21を回転するモーター22と、前記回転式カラーフィルタの透過光を光変調素子等に導くコンデンサレンズ23より構成されていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】まず、従来の光反射ユニットでは、反射光に位相差を生じせしめることにより干渉させ、強度を変化させていたため、レーザ光源のような単色の光源を用いる場合は光スイッチングあるいは光の強度変調を容易に行うことが可能であったが、白色光あるいは広い幅の波長帯域をもった光に対して、十分なコントラストをもって反射光の強度を変化させることは難しかった。また、前記固定膜18及び前記可動膜17の位置精度が変調のコントラストに大きく影響することから、製造上の寸法精度の要求も厳しい。さらに、コントラスト向上の為にはスイッチングOFFの際に不要光が進む方向である回折角を大きくしなければならないが、回折角を大きくするには前記固定膜18及び前記可動膜17のピッチを狭くしなくてはならず、可視光域では数 μ 以下となってしまう、製作が不可能になる可能性があった。

【0008】また、画像投影装置において小型軽量化の

要求が年々高まる一方で、従来の照明装置ではフィルタを回転するメカニカルな機構を搭載しなければならなかったため、装置の大型化、振動、騒音、発熱、コスト高等が避け難い問題になっていた。さらに近年、所謂カラーブレイクアップ等の問題から色周波数の高速化が求められている一方で、従来のようなカラーフィルタを回転する方式では、モーターの回転数や寿命等の点で限界に達しつつあった。また、前記方式ではカラーフィルタの境界線が絞りを通過する時間は、前記境界線の前後の色の光が両方透過してしまい混色を生ずる混色期間となり、時間軸上で照明光の利用ができない無効な時間となる。この無効時間は、3分割のカラーフィルタでも一般に10%程度にのぼり、回転式カラーフィルタを用いる限り必然的に10%程度の光量を無駄にってしまうという課題を有していた。他に、振動、騒音、発熱の問題から前記モーターの回転数を上げずに色周波数を高くするために、前記カラーフィルタの分割数を増やす方法があるが、そうするとさらに境界線の数が増え時間軸上の無効成分が増えてしまうという課題を有していた。

【0009】そこで、本発明では、前記の諸問題を解決した光反射ユニット、照明装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の光反射ユニットは、

(1) 複数の凹凸が形成された基板と、前記基板を覆うように前記基板の表面に設けられた光反射性の薄膜とを有し、前記薄膜が略平面である第1の状態と、前記基板及び前記薄膜の間の静電力によって前記凹凸に従って前記薄膜が変形し、前記第1の状態に対して斜めの面を生

【0011】(2) 第1項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸の凹部は略4角錐状であることを特徴とする。

【0012】(3) 第1項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸の凸部は略4角錐状であることを特徴とする。

【0013】(4) 第2項または第3項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸は型により形成されることを特徴とする。

【0014】(5) 第2項または第3項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸は異方性エッチングにより形成されることを特徴とする。

【0015】(6) 第2項または第3項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸は複数回の等方性エッチングにより階段状に形成されることを特徴とする。

【0016】(7) 第1項記載の光反射ユニットにおいて、前記薄膜3の前記基板の凹凸の凸部上に位置する部分は、光学的にマスキングされていることを特徴とする。

【0017】(8) 第1項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸はストライプ状であることを特徴とする。

【0018】(9) 第1項記載の光反射ユニットにおいて、前記基板の凹凸は柱状であることを特徴とする。

【0019】(10) 本発明の照明装置は、白色光源と、波長域に応じて選択的に入射光を透過あるいは反射する波長選択手段と、前記波長選択手段により選択された光の強度を、制御信号に応じて強度を加減して反射する請求項1記載の光反射ユニットと、前記光反射ユニットから出射される各波長域の光を再合成する光合成手段とを有し、前記光反射ユニットを制御して、前記白色光源の出射光から選択的に目的の波長域の光線を取り出すことにより照明を行うことを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】(実施例1)以下に本発明の実施例を示し、図を用いて説明する。

【0021】まず、本光反射ユニットの構造の概要について説明する。

【0022】図1は、本発明の一実施例である光反射ユニットの構成を示す説明図である。前記光反射ユニットは、複数の凹部と凸部が形成されたガラス等の基板1、図示されていないが前記基板1の凹部に取り付けられた電極2、前記基板1を覆うように前記基板1の表面に設けられた導電性の薄膜3より構成される。ここで、図は概念図であり作図の都合上凹凸の数が数個しか描かれていないが、実際は用途に応じて凹凸の数や間隔、深さ等が決定され、一般にはさらに多数の凹凸が形成される。図のように、本光反射ユニットは、凹凸のある前記基板1を、平面の蓋をするように前記薄膜3で覆ったような構造となっている。また前記基板1の凹部と前記薄膜3とに囲まれた中空な空間を有する。

【0023】前記薄膜3は、シリコンをエッチングして薄膜化したものの片面に、光反射率を向上するためにCr膜及びAu膜を積層したものである。シリコン以外に、高分子膜等の導電性でない素材に、別途電極2及び反射膜をつけたものでもよい。尚、本文中では前記反射膜が積層されている面を反射面と呼ぶことにする。

【0024】次に前記基板1の形状について詳しく説明する。

【0025】図2は、前記基板1の凹凸を説明するための説明図である。図に示したように、前記基板1の表面には、4角錐状の凹部が多数形成されている。一方、凸部は格子状の稜線となっており、ここで前記薄膜3と接している。尚、この部分においては接合されていてもされていなくても構わない。一方周辺部には平坦部を有しており、この部分において、前記薄膜3と陽極接合等により強固に接合されている。よって、この状態では、前記薄膜3は自分自身の張力によって平面を保っている。

【0026】尚、図1の説明でも触れた通り、前記基板

1の前記凹部には前記電極2が取り付けられている。前記電極2は、たとえばITOを蒸着することによって形成される。あるいは、前記基板1を絶縁体（ガラス等）-導電体（AuCr）-絶縁体（2酸化シリコン等）の3層構造にして、前記凹部に一面にAuCr電極2が存在する構成にしてもよい。前記電極2は、前記薄膜3との間に電圧を印加し、前記薄膜3を変形させるのに用いられる。

【0027】次に、本発明の光反射ユニットの作用について説明する。

【0028】図3及び図4は、本発明の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図である。図1と同様に、光反射ユニットは基板1、電極2、薄膜3より構成される。尚、図1及び図2同様、前記電極2は前記基板1の凹部に取り付けられているが、作図の都合上図示されていない。また、以下の説明のため、後述する光学系の入射光4、入射光線5、反射光線6を図中に加えてある。

【0029】さて、図3に示したように、始め前記薄膜3及び前記基板1の電極2が同電位であったとすると、前記薄膜3は自身の張力によって略平面となっている。これを第1の状態とする。この状態で略平行な光が入射すると、前記光反射ユニットは平面ミラーとして作用し、入射光を正反射する。よって前記入射光4には反射光が入射する。

【0030】次に、図4に示したように、前記電極2及び前記薄膜3の間に電圧を印加する。すると、両者間に静電力が働き、前記薄膜3は前記電極2に吸い寄せられるように変形する。前記基板1には凹凸が形成されているため、その形に従って前記薄膜3は変形する。これを第2の状態とする。前記光反射ユニットの反射面には、微小な斜めの面が多数形成される。本光反射ユニットに入射した光が略平行であったとすると、入射光は図に示したように幾何光学的に前記第1の状態とは異なる方向に反射され、前記入射光4には入射しない。尚このときの反射の角度は前記基板1の凹部の角度の設計で決まる。

【0031】印加した電圧を解除すると、静電力は働かなくなり、前記薄膜3は自身の張力によって略平面の復元する。よって再び第1の状態に戻り、前記光反射ユニットは平面ミラーとなり、入射光は正反射して前記入射光4に入射する。

【0032】以上のように、本光反射ユニットは、電圧の印加如何により光路を2状態に変更し、光の進路を切り換えることができるため、光スイッチング素子として機能する。また本光反射ユニットは光の干渉を利用するものではないため、白色光に対しても大きなスイッチング効果を得ることができる。さらに、前記薄膜3は軽量で変形量も小さいため、スイッチングの速度は一般に高速で、膜の厚さ、密度、印加電圧、変形量等にもよるが

数十nsでの切り換えも可能である。また、本光反射ユニットは、ICプロセスを用いて容易に量産可能であるので、デバイス単価も非常に安くすることができる。

【0033】尚、前記第2の状態では、前記薄膜3は前記電極2に吸い寄せられ接触する。その際、吸着が起こり、第1の状態に復元しない場合がありうる。そこで、この接触面に吸着防止対策を行ってもよい。たとえば接触する面のいずれか片方または両方に、チッ化シリコン、ダイヤモンド薄膜、ダイヤモンドライクカーボン（以下DLC）等の層を設けてもよい。他に、吸着の主な原因となる水分を除去するために、乾燥雰囲気中で製造する、あるいは薬品による撥水処理を行うなどの方法を用いることができる。以上のような吸着防止対策を行うことにより、光反射ユニットの繰り返し耐久性を向上させ、長寿命化することができる。

【0034】また本実施例では、前記基板1の凸部は4角錐状としており、この場合前記第2の状態において散乱光は4方向に散乱されるが、その方向と角度は凸部の形状によるのはいうまでもない。よって、前記凹部の深さ、斜面の角度、形状等は周辺の光学系の条件に適するように決定され、前記薄膜3の変形時に斜めの面を生ずる形状でありさえすれば、他の形状とすることもできる。

【0035】また、当然ながら前記基板1はガラス以外の材料であってもよく、また前記凹凸も、型を用いて形成してもよいし、切削加工によってもよい。あるいは、エッチングにより形成してもよい。前記基板1がシリコン等の場合、異方性エッチングを用いれば、特定の角度の斜面を簡単に得ることができる。

【0036】また、等方性エッチングを繰り返し用いて斜面を形成してもよい。即ち、平面のエッチングを徐々に削る領域を狭くしながら繰り返すことによって、階段状の斜面を形成することができる。この場合、膜厚を最適にすれば、膜の剛性により斜面の階段形状は緩和され、他の方法同様均一な斜面を得ることができる。また、前記薄膜3と前記基板1は階段の頂点で接触するのみであるから、前述の吸着の問題も緩和することができる。

【0037】また、前記状態2における前記薄膜3の凹凸形状を実現する前記基板1の形状は色々なものが考えられ、例えば凸部が柱状、即ち断面が矩形波状のものであってもよい。その場合、やはり膜厚あるいは前記電極2の形状を最適にすれば、膜の剛性により本実施例で示したのと同様の変形形状を得ることができる。この場合、前記基板1は1回の等方性エッチングで容易に製造することができる。

【0038】（実施例2）図5は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図であって、前記基板1の形状の異なる例を示している。実施例1において、前記基板1の凹凸の形状は、凸部が

10

20

30

40

50

4角錐状となる形状としていたが、図に示したように、凸部の方が4角錐状となる形状としてもよい。

【0039】図に示したように、前記基板1の表面には、4角錐状の凸部が多数形成されている。凸部の頂点は前記薄膜3と接しており、前記薄膜3が電圧非印加時に平面となるように支えている。尚、この部分において前記基板1及び前記薄膜3は接合されていてもされていなくても構わない。一方実施例1同様、周辺部には平坦部を有しており、この部分において、前記薄膜3と陽極接合等により強固に接合されている。

【0040】実施例1に対して前記基板1の形状は異なるが、電圧非印加時、即ち第1の状態では、前記実施例1の図3と同様に前記薄膜3は略平面となり、入射光を正反射する。よって前記入射瞳4には反射光が入射する。また、電圧印加時、即ち第2の状態では、図4と同様に前記薄膜3は変形し、入射光は図に示したように幾何光学的に前記第1の状態とは異なる方向に反射され、前記入射瞳4には入射しない。よって光スイッチング素子として機能する。

【0041】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0042】(実施例3)図6は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図である。

【0043】実施例1において、第2の状態における前記基板1の反射面の凹凸の形状の断面は三角波状となる形状としていたが、鋸波状となる形状としてもよい。すなわち、前記基板1の凹凸形状の1つ1つの4角錐を偏りのある4角錐としてもよい。図6は、前記基板1の凹凸を説明するための説明図であり、本実施例の第2の状態における光反射の状態を示す説明図である。図のように、凹凸の形状を鋸波状とすれば、特定の方向に多くの光を反射することができる。これは周囲の光学系の設計によっては迷光の低減などの効果をもたらす。

【0044】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0045】(実施例4)図7は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図である。

【0046】実施例1において、第2の状態における前記基板1の反射面の凹凸の形状の断面は三角波状となる形状としていたが、台形状となる形状とし、凸部の頂点において前記薄膜3と接合してもよい。図7は、前記基板1の凹凸を説明するための説明図であり、本実施例の第2の状態における光反射の状態を示す説明図である。図のように、凹凸の形状を台形状とすれば、前記基板1の周辺部には平坦部を有しているため、前記基板1及び前記薄膜3のより強固な接合を得ることができる。尚、前記平坦部の面積を10%以下にすれば、強固な接合を維持しながら、光スイッチングのコントラストを低下さ

せる正反射光成分も小さく抑えることができる。

【0047】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0048】(実施例5)図8は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図である。

【0049】実施例4において、第2の状態における前記基板1の反射面の凹凸の形状の断面は台形状となる形状としていたが、前記基板1の凹凸の頂点の平坦部に位置する前記反射面にブラック・マスク7を施し、正反射成分を除去してコントラストを向上してもよい。図8は、前記基板1の凹凸を説明するための説明図であり、本実施例の第2の状態における光反射の状態を示す説明図である。図のように、ブラック・マスク7を施せば、前記凸部の頂点に位置する部分では光は吸収され反射は起きず、光スイッチングのコントラストを低下させる正反射光成分をカットすることができる。よって強固な接合を維持しながら、コントラストの高い光スイッチング素子を実現することができる。

【0050】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0051】(実施例6)図9は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの構成を説明するための説明図であって、前記光反射ユニットの基板1の形状を示す。

【0052】実施例1において、前記基板1及び前記薄膜3に囲まれる領域は中空であり、空気等が存在する。そこで、前記第2の状態において圧縮された空気を逃がし、抵抗となるのを防いで、前記第2の状態がうまく実現されるような構成にしてもよい。即ち図に示した様に、前記空気の抵抗の緩衝のため、前記基板1にダンパ室を設けてもよい。本実施例では、内部の空気等の弾性による抵抗の影響を緩和し、確実に前記第2の状態を実現することができる。またそれにより駆動電圧を下げることもできる。

【0053】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0054】(実施例7)図10は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの構成を説明するための説明図であって、前記光反射ユニットの基板1の形状を示す。

【0055】実施例1において、前記基板1の凹凸の形状は、凸部が4角錐状となる形状としていたが、図に示したようにストライプ状となる形状としてもよい。実施例1では、反射光は4方向に反射されていたが、図のように、凹凸の形状をストライプ状とすれば、反射方向は2方向となる。よって光学系の構成によっては、不要反射光の処理を簡単にすることができる。

【0056】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0057】(実施例8)実施例7において、さらに各

ストライプにおいて前記薄膜3を切り離した構成としてもよい。

【0058】図11は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図であって、状態2における前記薄膜3の変形の様子を表している。図に示したように、前記薄膜3は、各ストライプにおいて切り離されている。各ストライプを切り離せば、空気の弾性の影響を回避できるほか、前記薄膜3の張力による弾性を軽減することができるので、大きな変形量が必要な場合も小さな駆動力で変形を得ることができる。即ち、駆動電圧の低電圧化等の効果がある。

【0059】他の構成は実施例1と同様であるので、詳しい説明は省略する。

【0060】（実施例9）以下に本発明の実施例を示し、図を用いて説明する。

【0061】まず、本実施例における光反射ユニットの構造について説明する。

【0062】図12及び図13は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの構成を示す説明図であって、前記光反射ユニットの基板1の形状を示している。

【0063】前記光反射ユニットは、複数の凹部と凸部を有する第1の領域24と、直方体状に掘り込まれた第2の領域25が形成された基板1、前記基板1の第2の領域に取り付けられた電極2、前記基板1を覆うように前記基板1の表面に設けられ、本光反射ユニットの反射面を形成している薄膜3、前記第1の領域24と第2の領域25と、前記薄膜3によって囲まれた空洞を連結する連結部27、前記空洞に充填され、各領域を自由に移動することができる流体9より構成される。

【0064】図のとおり、前記基板1の第1の領域には、4角錐状の凹部が多数形成されている。尚、図は概念図であり作図の都合上凹凸の数が数個しか描かれていないが、実際は用途に応じて凹凸の数や間隔、深さ等が決定され、一般にはさらに多数の凹凸が形成される。また、前記第1の領域24は、前記第2の領域25と連結されている。前記第2の領域は前記薄膜3とともにポンプ室を形成している。前記薄膜3は、シリコンをエッチングして薄膜化したものの片面に、光反射率を向上するためにCr膜及びAu膜を積層して作られる。よって導電性であり、静電力を働かせる際の電極2を兼ねている。尚、前記薄膜3は高分子膜等の導電性でない素材に、別途電極2をつけたものでもよい。前記基板1と前記薄膜3は、前記第1の領域を含む前記基板1の全域の接する部分において、陽極接合等により強固に接合されている。

【0065】また前記電極2は、たとえばITOを蒸着することによって形成される。あるいは、前記基板1を絶縁体（ガラス等）-導電体（AuCr）-絶縁体（2酸化シリコン等）の3層構造にして、前記凹部に一面にAuCr電極29が存在する構成にしてもよい。

【0066】次に、本実施例における光反射ユニットの作用について説明する。

【0067】図13及び図14は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図であって、図13は第1の状態における前記薄膜3の様子と光線の進路を、図14は第2の状態における前記薄膜3の変形の様子と光線の進路を表している。前記光反射ユニットは、複数の凹部と凸部を有する第1の領域24と、直方体状に掘り込まれた第2の領域25が形成された基板1、前記基板1の第2の領域に取り付けられた電極2、前記基板1を覆うように前記基板1の表面に設けられ、本光反射ユニットの反射面を形成している薄膜3、前記第1の領域24と第2の領域25と、前記薄膜3によって囲まれた空洞に充填され、各領域を自由に移動することができる流体9より構成される。また、以下の説明のため、本光反射ユニットの反射光を捕らえる後続する光学系の入射瞳4、入射光線5、反射光線6を図中に加えてある。

【0068】さて、図13に示したように、始め前記薄膜3及び前記基板1の電極2が同電位であったとすると、前記薄膜3は自身の張力によって全体が略平面となっている。これを第1の状態とする。この状態で略平行な光が入射すると、前記光反射ユニットは平面ミラーとして作用し、入射光を正反射する。このとき前記入射瞳4に反射光が入射するような位置に前記入射瞳4を設置する。

【0069】次に、前記電極2及び前記薄膜3の間に電圧を印加する。すると、図14に示したように前記ポンプ室において両者間に静電力が働き、前記薄膜3は前記電極2に吸い寄せられるように変形する。前記基板1及び前記薄膜3に囲まれた空洞には流体が充填されているため、前記ポンプ室の容積が減少すると、それ以外の部分においては前記薄膜3は押し上げられる。言い換えると、前記第2の領域25の容積が減少し、それに相当する分前記第1の領域24の容積が増大する。前記第1の領域では、前記基板1に形成された凹凸の前記薄膜3と接する部分は接合されているため、前記薄膜3はでこぼこに変形する。これを第2の状態とする。このとき、本光反射ユニットに略平行な光線が入射したとすると、入射光は図に示したように幾何光学的に第1の状態とは違った方向に反射され、前記入射瞳4には入射しない。

【0070】よって以上のように、本光反射ユニットは、電圧の印加如何により平面ミラーである第1の状態と第2の状態を切り換えることができるため、光スイッチング素子として用いることができる。本実施例では、アクチュエータ部が単純な構造になるためより信頼性の高い光反射ユニットを構成することができる。また、光変調にかかわる前記第1の領域における部分的な吸着も起こりにくく、均一な前記薄膜3の変形を得ることができる。

【0071】（実施例10）以下に本発明の実施例を示し、図を用いて説明する。

【0072】図15は、本発明の一実施例である照明装置の構成を示す説明図である。まず本発明の照明装置の構成について説明する。

【0073】照明装置は、ランプ10と、リフレクタ11と、一定の波長域の光を選択的に透過あるいは反射する波長選択手段であるダイクロイックミラー12a、12b、12c及び12dと、前記波長選択手段により分離された各波長域の光を制御信号に応じて反射方向を変えて反射する光反射ユニット13a、13b及び13c、制御手段26より構成される。また、前記光反射ユニットは、図1及び図2で示したように、複数の凹部と凸部が形成された基板1、図示していないが前記基板1の凹部に取り付けられた電極2、前記基板1を覆うように前記基板1の表面に設けられ、本光反射ユニット13の反射面を形成している薄膜3より構成される。

【0074】次に本発明の照明装置の作用について説明する。前記ランプ10から発せられた白色光は、前記リフレクタ11により1方向に効率よく出射される。前記白色光は前記ダイクロイックミラー12aに入射すると、まず青色の成分が反射されて90°方向を変え、前記光反射ユニット14aに入射する。さらに、前記光反射ユニット14aでON/OFFを制御された後、前記ダイクロイックミラー12dに到達し、再度方向を90°変えて出力される。また、緑色及び赤色の成分は、前記ダイクロイックミラー12aを透過し、前記ダイクロイックミラー12bに到達する。ここで緑色の成分は反射されて90°方向を変え、前記光反射ユニット14bに入射する。さらに、前記光反射ユニット14bでON/OFFを制御された後、前記ダイクロイックミラー12cに到達し、再度方向を90°変え、前記ダイクロイックミラー12dを透過して出力される。赤色の成分は、前記ダイクロイックミラー12bをも透過し、前記光反射ユニット14cに入射する。さらに、ここでON/OFFを制御された後、前記ダイクロイックミラー12c、12dを透過して出力される。

【0075】本照明装置は、前記光反射ユニット13を制御することにより、高速で前記白色光源から出射される光から赤、緑、青の出力光を選択したり、あるいは任意の割合で合成して、任意の時間任意の波長域による照明を行い得る。また前記光反射ユニットの前記薄膜3は軽量で変形量も小さいため、選択に要する時間はごくわずかである。そのため、色順次方式のプロジェクタ等の光源に用いた場合、混色時間を非常に短くでき、色周波数を上げた場合でも、時間軸上の無効領域をはるかに小さくすることができる。また、従来の回転式カラーフィルタ方式では、前記回転式カラーフィルタはモーターにより回転されるので、装置の大型化、大消費電力化、騒音、発熱等の原因となり、小型化の障害になっていた。

さらに、前記混色時間を短くするためには、カラーフィルタの径を大きくしなければならなかったが、これはさらなる装置の大型化の原因となっていた。しかし、本実施例の様な構成を用いるならば、はるかに小型軽量の照明装置を得ることができる。また、前記光反射ユニットは、ICプロセスを用いて容易に量産可能であるので、デバイス単価は非常に安くすることができる。よって本照明装置も、従来の回転式カラーフィルタを用いた照明装置の半分以下の安いコストで生産可能である。

【0076】さらに本実施例の照明装置をプロジェクタに用いるならば、従来の大型、大消費電力、騒音、発熱等の問題が解決され、軽量、ローコスト、超低消費電力、静粛で発熱の少ないプロジェクタを実現することが可能である。

【0077】

【発明の効果】本発明によれば、以下に示す効果がもたらされる。

【0078】（1）本発明の光反射ユニットは、電圧の印加如何により光路を2状態に変更し、光の進路を切り換えることができるため、光スイッチング素子として機能する。また本光反射ユニットは光の干渉を利用するものではないため、白色光に対しても大きなスイッチング効果を得ることができる。さらにその切換え速度は、一般に高速で、瞬時のスイッチングが可能である。さらに、ICプロセスを用いて容易に量産可能であり、コストも安い。

【0079】（2）本発明の光反射ユニットにおいて、接触する面のいずれか片方または両方に、チ化シリコン、ダイヤモンド薄膜、ダイヤモンドライカーボン（以下DLC）等の層を設けて吸着防止対策を行ったり、他に、吸着の主な原因となる水分を除去するために、乾燥雰囲気中で製造する、あるいは薬品による撥水処理を行うなどの方法を用いれば、光反射ユニットの繰り返し耐久性を向上させ、長寿命化することができる。

【0080】（3）本発明の光反射ユニットにおいて、基板の凹凸を形成するのに、異方性エッチングを用いれば、特定の角度の斜面を簡単に得ることができる。また、等方性エッチングを繰り返し用いて斜面を形成し、膜厚を最適にすれば、膜の剛性により他の方法同様均一な斜面を簡単に得ることができる。また、前記薄膜3と前記基板は階段の頂点で接触するのみであるから、前述の吸着の問題も緩和することができる。

【0081】（4）本発明の光反射ユニットにおいて、基板の凹凸の形状を鋸波状とすれば、特定の方向に多くの光を反射することができる。これは周囲の光学系の設計によっては迷光の低減などの効果をもたらす。

【0082】（5）本発明の光反射ユニットにおいて、基板の凹凸の形状を台形状となる形状とし、凸部の頂点において前記薄膜3と接合すれば、前記基板の周辺部には平坦部を有しているため、前記基板及び前記薄膜3の

より強固な接合を得ることができる。尚、前記平坦部の面積を10%以下にすれば、強固な接合を維持しながら、光スイッチングのコントラストを低下させる正反射光成分も小さく抑えることができる。

【0083】(6) 本発明の光反射ユニットにおいて、基板の凹凸の形状を台形状となる形状とし、前記基板の凹凸の頂点の平坦部に位置する前記反射面にブラック・マスクを施せば、前記凸部の頂点に位置する部分では光は吸収され反射は起きず、光スイッチングのコントラストを低下させる正反射光成分をカットすることができる。よって強固な接合を維持しながら、コントラストの高い光スイッチング素子を実現することができる。

【0084】(7) 本発明の光反射ユニットにおいて、基板にダンパ室を設けて圧縮された空気を逃がし、抵抗となるのを防いで、前記第2の状態がうまく実現されるような構成にすれば、内部の空気の弾性等の抵抗の影響を緩和することができる。

【0085】(8) 本発明の光反射ユニットにおいて、基板の凹凸の形状をストライプ状となる形状とすれば、反射方向は2方向となり、光学系の構成によっては、不要反射光の処理を簡単にすることができる。

【0086】(9) 本発明の光反射ユニットにおいて、基板の凹凸の形状をストライプ状となる形状とし、さらに各ストライプにおいて前記薄膜を切り離した構成とすれば、空気の弾性の影響を回避できるほか、前記薄膜の張力による弾性を軽減することができるので、大きな変形量が必要な場合も小さな駆動力で変形を得ることができる。即ち、駆動電圧の低電圧化等の効果がある。

【0087】(10) 本発明の光反射ユニットにおいて、ポンプ室と流体を用いて駆動する構成すれば、均一な薄膜の変形を得ることができる。

【0088】(11) 本発明の照明装置では、高速でRGBの出力光を選択的に出力でき、切換え時間がごくわずかである。そのため、色順次方式のプロジェクタ等の光源に用いた場合、混色時間が短く、色周波数を上げた場合でも、時間開口率を大きくすることができる。また、従来の回転式カラーフィルタ方式では、前記回転式カラーフィルタはモーターにより回転されるので、装置の大型化、大消費電力化、騒音、発熱等の原因となり、小型化の障害になっていた。さらに、前記混色時間を短くするためには、カラーフィルタの径を大きくしなければならなかったが、これはさらなる装置の大型化の原因となる。しかし、本照明装置の構成を用いるならば、軽量であるばかりか、同等の混色時間ならばはるかに小型の照明装置を得ることができる。また、超低消費電力、静粛で発熱のないプロジェクタを構成することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光反射ユニットの一実施例を説明するための説明図。

【図2】本発明の光反射ユニットの一実施例を説明するための説明図。

【図3】本発明の光反射ユニットの一実施例を説明するための説明図。

【図4】本発明の光反射ユニットの一実施例を説明するための説明図。

【図5】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図6】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図7】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図8】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図9】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図10】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図11】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図12】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図13】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図14】本発明の光反射ユニットの他の一実施例を説明するための説明図。

【図15】本発明の照明装置の一実施例を説明するための説明図。

【図16】従来の光反射ユニットの一例を説明するための説明図。

【図17】従来の照明装置の一例を説明するための説明図。

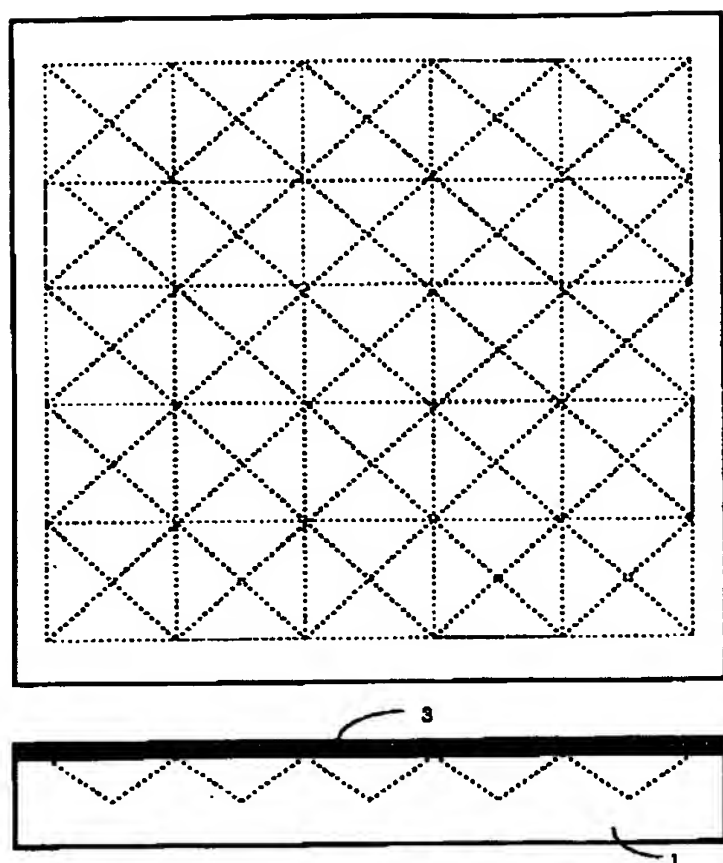
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電極
- 3 薄膜
- 4 入射瞳
- 5 入射光線
- 6 反射光線
- 7 ブラック・マスク
- 8 ダンパ室
- 9 流体
- 10 ランプ
- 11 リフレクタ
- 12 ダイクロイックミラー
- 13 光反射ユニット
- 14 赤色光
- 15 緑色光
- 16 青色光
- 17 可動膜

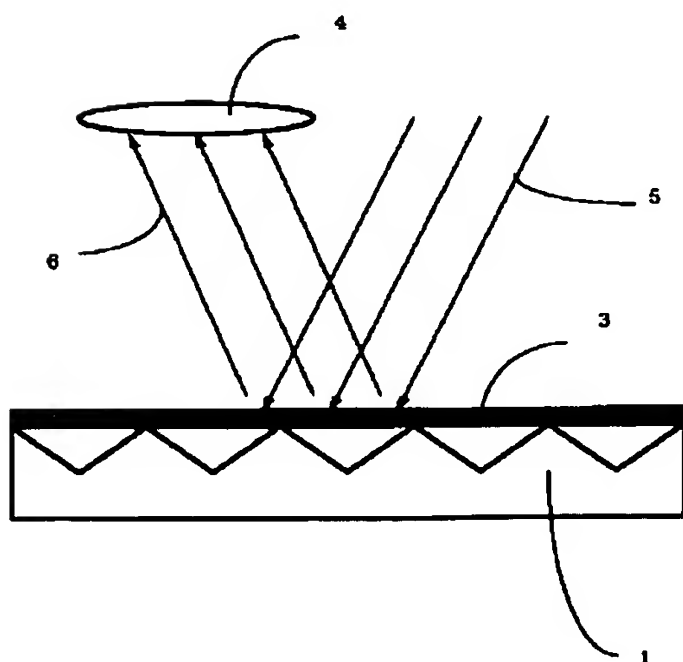
15

- 18 固定膜
- 19 集光レンズ
- 20 絞り
- 21 回転式カラーフィルタ
- 22 モーター

【図1】



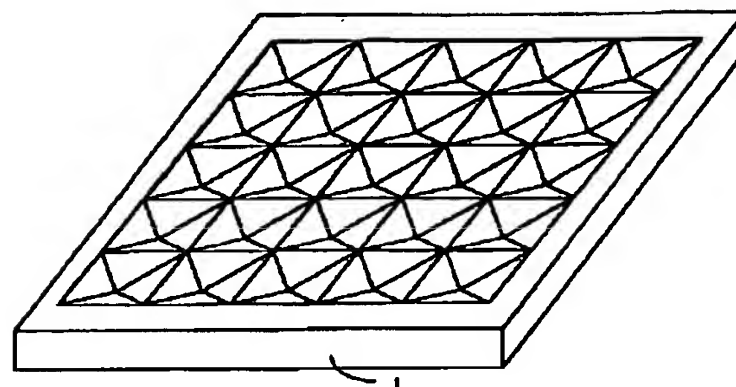
【図3】



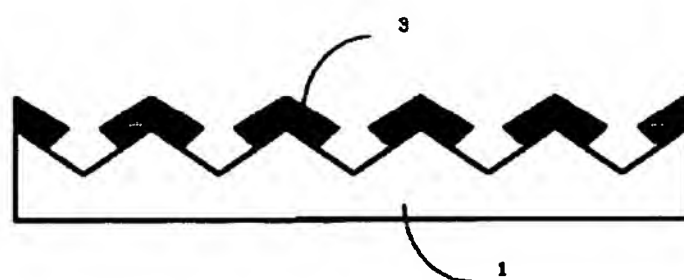
16

- * 23 コンデンサレンズ
- 24 第1の領域
- 25 第2の領域
- 26 制御手段
- * 27 連結部

【図2】



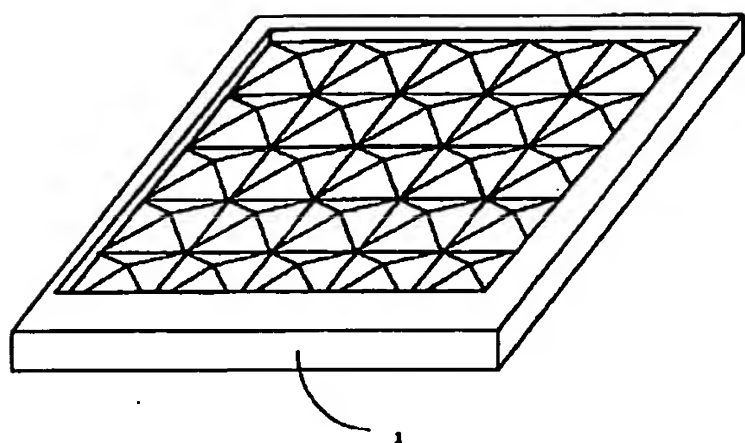
【図11】



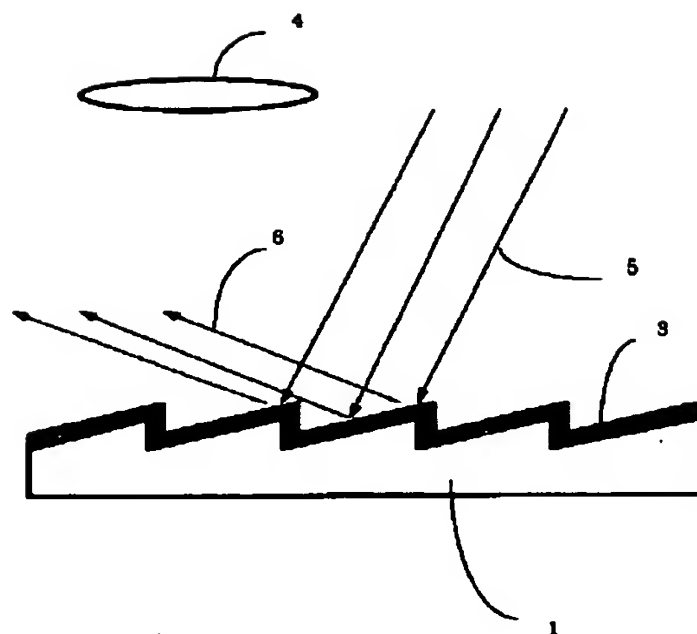
【図4】



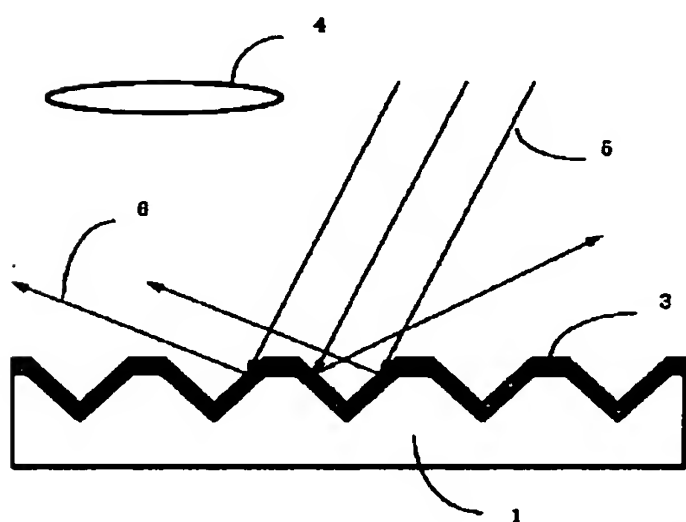
【図5】



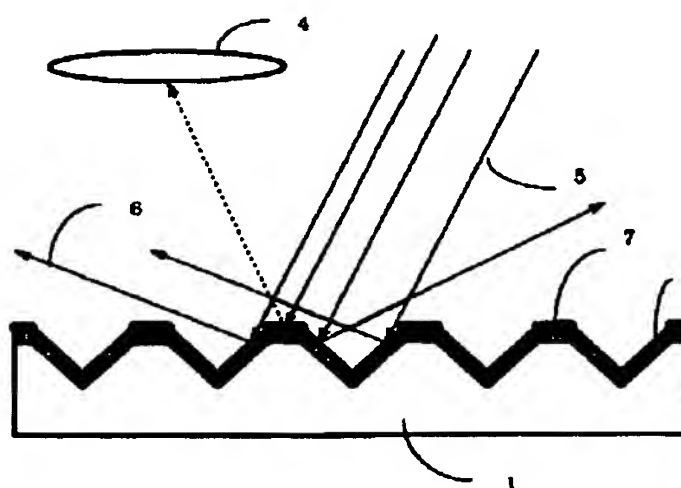
【図6】



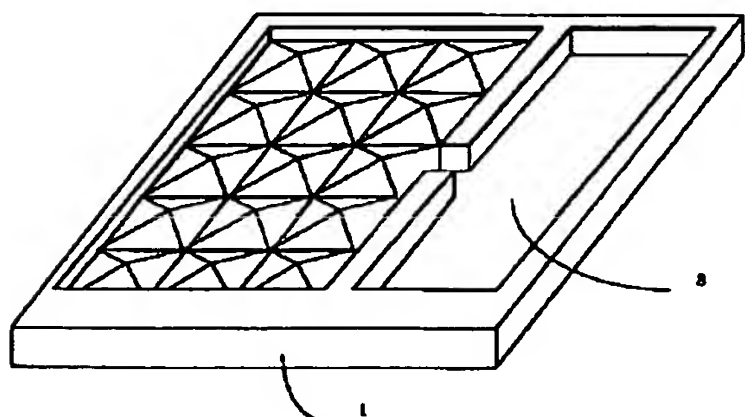
【図7】



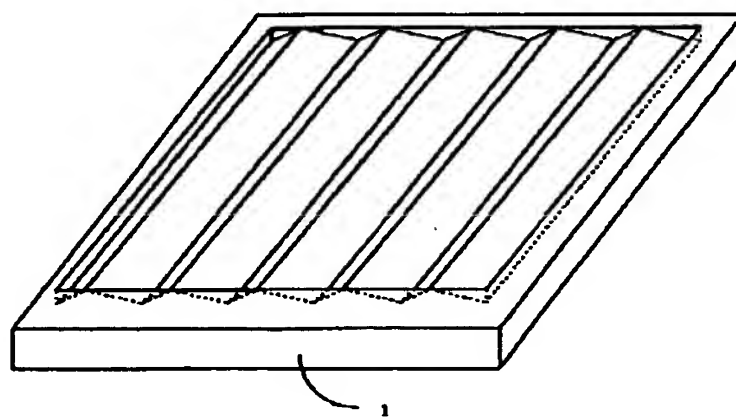
【図8】



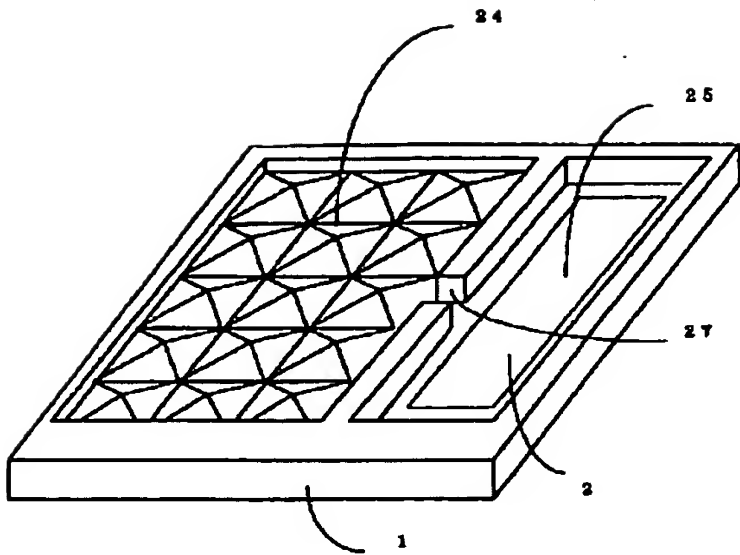
【図9】



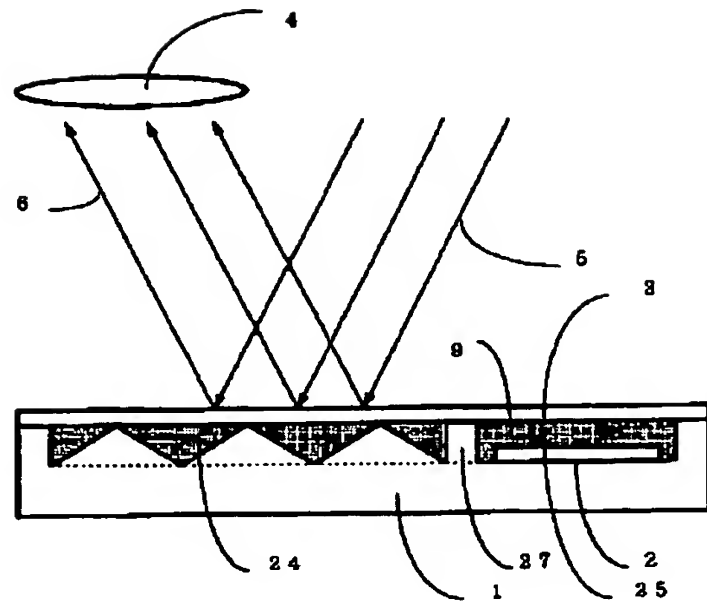
【図10】



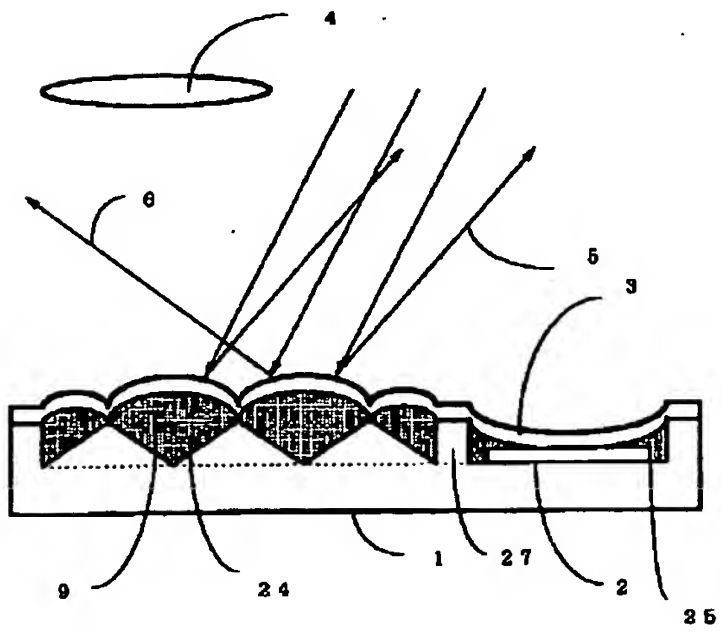
【図12】



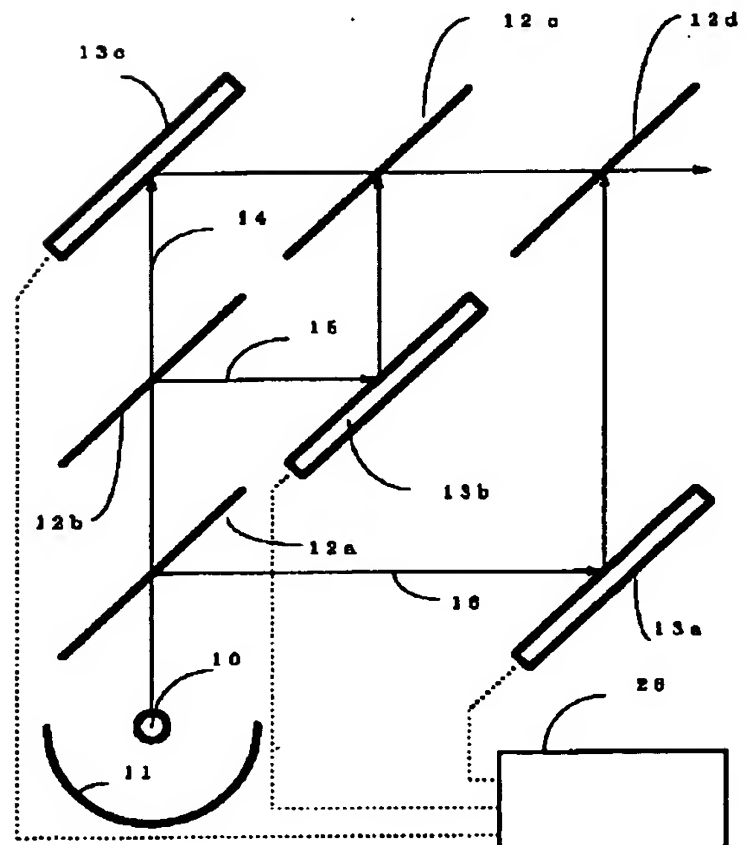
【図13】



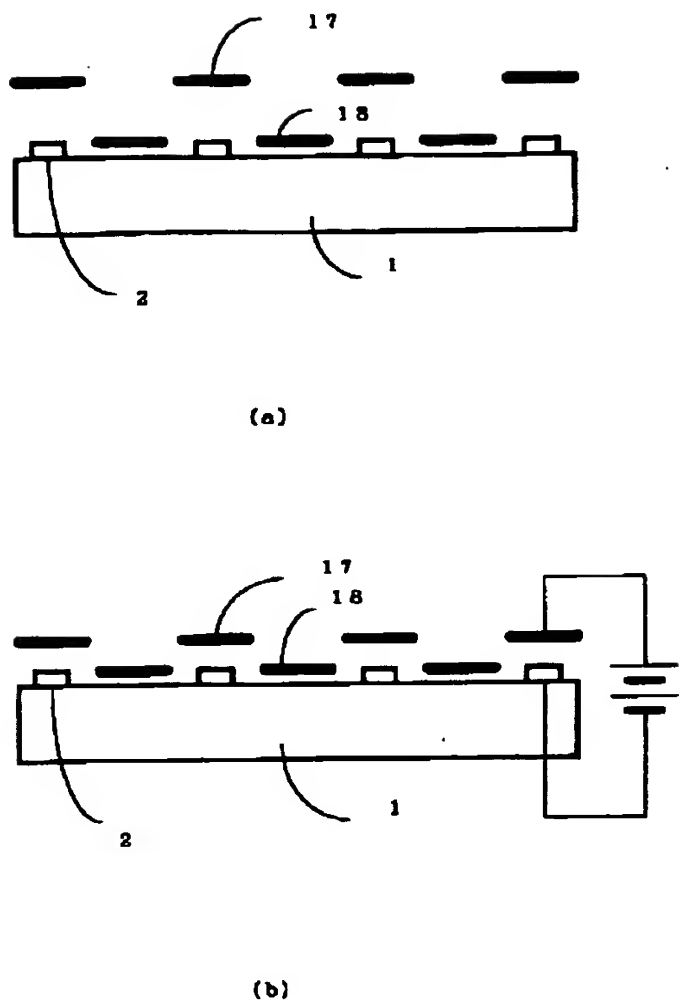
【図14】



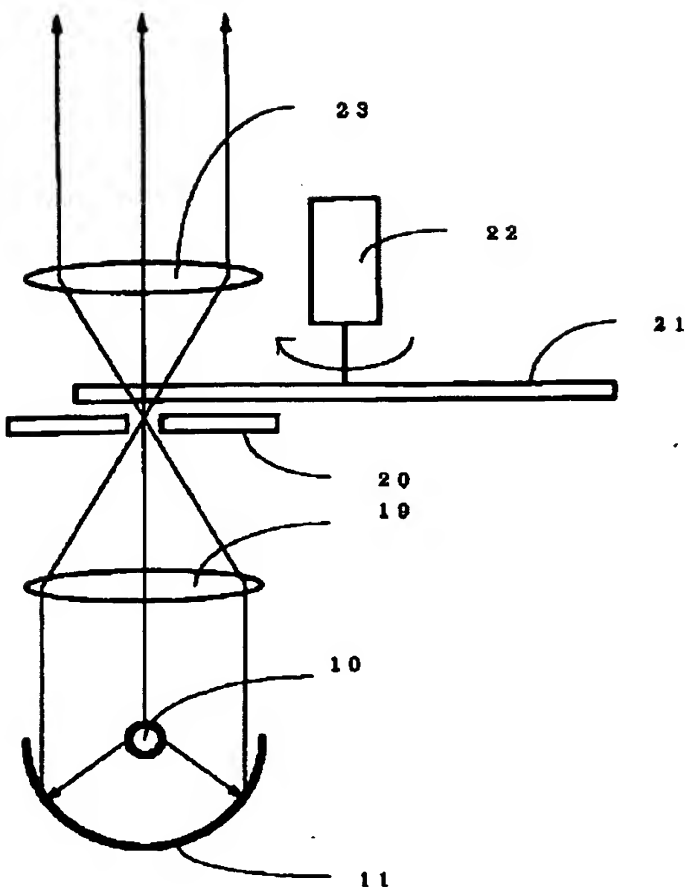
【図15】



【図16】



【図17】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第2区分
 【発行日】平成15年6月20日(2003.6.20)

【公開番号】特開2000-221419(P2000-221419A)
 【公開日】平成12年8月11日(2000.8.11)
 【年通号数】公開特許公報12-2215
 【出願番号】特願平11-20149
 【国際特許分類第7版】

G02B 26/00
 26/02
 26/08

【F1】

G02B 26/00
 26/02 E
 26/08 E

【手続補正書】

【提出日】平成15年2月28日(2003.2.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正内容】

【0038】(実施例2)図5は、本発明の他の一実施例である光反射ユニットの作用を説明するための説明図であって、前記基板1の形状の異なる例を示している。実施例1において、前記基板1の凹凸の形状は、凹部が4角錐状となる形状としていたが、図に示したように、凸部の方が4角錐状となる形状としてもよい。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正内容】

【0052】実施例1において、前記基板1及び前記薄膜3に囲まれる領域は中空であり、空気等が存在する。そこで、前記第2の状態において圧縮された空気を逃がし、抵抗となるのを防いで、前記第2の状態がうまく実現されるような構成にしてもよい。即ち図に示した様に、前記空気の抵抗の緩和のため、前記基板1にダンパ室8を設けてもよい。本実施例では、内部の空気等の弾性による抵抗の影響を緩和し、確実に前記第2の状態を実現することができる。またそれにより駆動電圧を下げることができる。